

# **SISTEMA RADICULAR DE LARANJEIRAS SUBMETIDAS À IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT CONTROLADO**

MARCOS A. F. LIMA<sup>1</sup>; REGINA C. M. PIRES<sup>2</sup>; JOSÉ A. QUAGGIO<sup>3</sup>; ANDRÉ L. B. O. SILVA<sup>4</sup>

Nº 10126

## **RESUMO:**

A irrigação por gotejamento aplica água na região ativa do sistema radicular das plantas, com alta frequência mantendo a umidade do solo próxima a capacidade de campo. Desta forma, o desenvolvimento radicular na região do bulbo molhado tem importância fundamental, para obtenção de bons resultados e eficiência do uso do sistema de gotejamento no desenvolvimento e produção das plantas. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o sistema radicular de laranjeiras Natal em porta enxerto citrumelo Swingle com 6 anos, submetidos à irrigação por gotejamento com déficit controlado. A metodologia adotada consistiu na contagem do número de intersecções de raízes em quadriculado de 0,05 x 0,05m. A avaliação das raízes foi efetuada em três tratamentos: irrigação aplicada com lâmina ideal para a cultura (T1), com 60% (T2) da lâmina ideal e com 20% (T3) da lâmina ideal. De acordo com os resultados obtidos e as condições em que se desenvolveu o presente experimento concluiu-se que a profundidade efetiva das raízes da laranjeira Natal em citrumelo Swingle foi de 0,5 a 0,6 m e que a maior concentração de raízes foi verificada a 0,10 a 0,20 m de distância do gotejador em todos os tratamentos.

## **ABSTRACT:**

The Brazilian citriculture is the biggest producer of concentrated citric juices in the world. The drip irrigation consists in the application of high frequency to maintaining soil moisture near to field capacity. The study of distribution of root system is important to water management and fertigation programming. The aim of this work was to evaluate the root system of "Natal" orange grafted onto Citrumelo-Swingle, submitted to controlled water stress by drip irrigation. The methodology was done by counting the intersections of roots on a 0.05 x 0.05 m square frame, with three different treatments: Ideal irrigation depth (T1), 60% (T2) of the ideal irrigation depth, and 20% (T3) of the ideal irrigation depth. The results showed that effective root depth was localized from

<sup>1</sup>. Bolsista CNPq: Estagiário do Centro de P & D de Ecofisiologia e Biofísica / IAC, Campinas-SP, aluno do curso de Graduação em Ciências Biológicas, PUCCAMP, Campinas-SP, marcos\_lima27@hotmail.com

<sup>2</sup>. Orientador: Pesquisador, Centro de P & D de Ecofisiologia e Biofísica / IAC, Campinas-SP

<sup>3</sup>. Colaborador: Pesquisador, Centro de P & D de Solos e Recursos Ambientais/IAC, Campinas-SP

<sup>4</sup>. Biólogo: Bolsista FAPESP, Centro de P & D de Ecofisiologia e Biofísica/IAC, Campinas-SP.

0.5 - 0.6 m and the most of roots were observed at 0.10 to 0.20 m lateral distance of drippers.

## **INTRODUÇÃO:**

O Brasil é o maior produtor e exportador de suco cítrico concentrado e congelado do mundo, sendo um dos principais itens da pauta de exportações do agronegócio brasileiro. Neste contexto destaca-se o estado de São Paulo com 80% da produção total do país. A irrigação como técnica na cadeia produtiva dos citros teve início no Brasil na década de 60, destinada ao cultivo de frutas *in natura* e produção de mudas cítricas (Pires et al., 2005). No início da década de 90, a irrigação na citricultura passou a ser implantada também em pomares de frutas destinadas a produção de suco, após comprovada viabilidade econômica, passando, com isto, a ter um crescimento superior ao da destinada à produção de frutas de mesa. Em 1999, a área irrigada de pomares cultivados abrangia uma área de 1,5% do total de área cultivada no estado de São Paulo. Atualmente, de acordo com informações do setor produtivo, a área irrigada no cultivo atinge cerca de 20% da área total cultivada. A irrigação em citros também teve acréscimo devido à necessidade da substituição de porta-enxerto para outros resistentes à morte súbita de citros (MSC), que, por sua vez, são sensíveis ao déficit hídrico. Devido ao déficit hídrico acentuado característico na região norte do Estado de São Paulo (Ribeiro, et al. 2006) e a substituição do porta-enxerto, o aumento no uso da irrigação foi significativo nesta região. Com o crescimento da área irrigada no estado de São Paulo, há necessidade de investigações sobre estratégias de manejo da água com enfoque para economia no uso da água. Devido às características positivas da irrigação por gotejamento, o sistema passou a ser amplamente adotado na citricultura paulista. A aplicação de água e de nutrientes na região do bulbo úmido proporcionado pela irrigação localizada deverá proporcionar condições para desenvolvimento adequado do sistema radicular nesta região. Villar et al. (2008) avaliaram a distribuição radicular da laranjeira Pêra enxertada em tangerineira Cleópatra submetida a diferentes porcentagens de área molhada proporcionada pela irrigação localizada. Abreu & Salviano. (2007) avaliaram o sistema radicular de lima ácida "Thaiti", submetidos a 3 diferentes porta-enxertos irrigados por microaspersão e observaram 90% do sistema radicular até a profundidade de 0,4 m. A distribuição e a profundidade das raízes, consistem em informações fundamentais para o manejo da água e dos nutrientes na irrigação. É importante considerar que as avaliações devem ser tomadas com adequada caracterização das condições ecológicas de cultivo, do material genético, do solo (química, física e hídrica) e das técnicas de condução da cultura. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou

avaliar o sistema radicular de plantas de laranjeira Natal em citrumelo Swingle submetidas à irrigação por gotejamento com déficit hídrico controlado.

## **MATERIAL E MÉTODOS:**

O experimento foi implantado em pomar de laranjeira Natal em citrumelo Swingle com 6 anos, no município de Colômbia, situado na região norte do estado de São Paulo. A experimentação em laranjeira Natal deve-se ao fato de ser uma das mais adotadas na citricultura brasileira (Pio et al., 2005). Conforme Pompeu Junior (2005) o porta-enxerto citrumelo Swingle é tolerante à tristeza, à exocorte, à xiloporose e ao declínio, sendo ainda resistente à gomose de *Phytophthora* e ao nematóide dos citros e à morte súbita dos citros, assim consistindo-se em importante opção para a citricultura brasileira. O espaçamento de cultivo foi de 7 x 4 m. A irrigação foi aplicada por gotejamento diariamente ou a cada dois dias e suspensa quando da ocorrência de precipitações. Para avaliação de precipitação e estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) foi instalada estação meteorológica automática (EMA) localizada a 500 m de distância da área experimental. O experimento foi implantado em blocos ao acaso com 3 tratamentos e 4 repetições, totalizando 12 parcelas. Cada parcela constou de 3 linhas de plantio com 12 plantas cada uma. Os tratamentos constaram da aplicação de lâminas de irrigação diferenciadas: T1 - lâmina de irrigação ideal para a cultura, T2 - lâmina de irrigação equivalente a 60% da lâmina ideal, T3 - lâmina de irrigação equivalente a 20% da lâmina ideal. A lâmina ideal foi estimada pela evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) de acordo com Allen et al. (1998) ( $ET_c = ET_o \cdot K_c$ ). A evapotranspiração de referência foi estimada pelo método de Penman-Monteith e os valores de coeficiente de cultura selecionados de acordo com a literatura (Pires et al., 2005) e devidamente ajustados caso necessário com os sensores de monitoramento de água no solo (Pires et al., 2005). Os tensiômetros foram instalados nas profundidades de 0,30, 0,60 e 0,90 m para o acompanhamento das irrigações. Em cada tratamento foram instaladas 2 estações com 3 tensiômetros cada. Os sensores foram instalados entre 1/3 a 2/3 do raio da copa das plantas, e a 0,15 m de distância do gotejador (Pires et al., 2005). A correção da acidez do solo e adubação e fertirrigação seguiram as recomendações de Raij et al. (1996) e Quaggio et al. (2005). As amostragens para análise química do solo foram realizadas a cada 0,20 m até 0,60 m de profundidade. Para estimativa do comprimento das raízes na região do bulbo úmido foi adotada a metodologia proposta por Marsh (1971) e Tennant (1975). Perpendicularmente à linha de plantio foram abertas trincheiras com 1m de profundidade. As avaliações foram realizadas até 0,8 m de profundidade. As trincheiras foram abertas do mesmo lado da planta onde

encontravam-se os tubogotejadores, a uma distancia de 0,5 m destes.. As raízes foram pintadas de branco e posicionada a tela com quadriculado de 0,05 x 0,05 m. A contagem do numero de intersecções de raízes no quadriculado conforme Marsh (1971) e Tennant (1975) foi realizada em 3 repetições por cada tratamento.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

Os resultados da análise química do solo encontram-se na Tabela 1. De acordo com Quaggio et al. (2005), na camada de 0 a 0,2 m o teor de Magnésio, Manganês, Zinco, Fósforo, Cálcio e Ferro estavam elevados. Já os teores de Boro e Cobre podem ser considerados como médio e somente o Potássio com baixo teor. Considerando a camada de 0,20 a 0,40 m encontravam-se baixos os teores de K, B, Cu, Zn, P, na faixa média os de Mg e Mn e elevados os teores de Ca e Fe. De 0,40 a 0,60 m o teor de Mg, B, Cu, K, P podem ser considerados baixos, os de Mn, Zn, e Ca médios e apenas o de Fe elevado. A densidade do solo foi de 1,59, 1,53, 1,52 e 1,60 g cm<sup>-3</sup> nas profundidades de 0,10, 0,30, 0,50 e 0,70 m de profundidade respectivamente. Nota-se que os valores mais elevados encontravam-se na camada mais superficial e na mais profunda dentre as avaliadas. A Figura 1 apresenta a densidade do comprimento de raiz dos diferentes tratamentos. De acordo com a Figura 1, notou-se maior concentração de raízes na camada desde a superfície do solo até 0,30m de profundidade. No T2 observou-se maior presença de raízes, seguido pelo T3 e T1. A partir de 0,30 m de profundidade notou-se redução na densidade de raízes em todos os tratamentos. A maior concentração de sistema radicular nas camadas mais superficiais do solo em laranjeiras também foi observada por Gomes et al. 1996. Na Figura 2 encontra-se a distribuição do sistema radicular da laranjeira Natal em citrumelo Swingle considerando-se a posição da amostragem em relação ao gotejador. De acordo com os resultados notou-se em todos os tratamentos que logo abaixo do emissor ocorreu a menor concentração de raízes. Esta menor concentração de raízes logo abaixo do gotejador deve ser devido à distribuição da umidade do solo na região do bulbo úmido. Por outro lado, verificou-se maior concentração de raízes a 0,1 e a 0,2 m de distância lateral em relação ao emissor, em todos os tratamentos concordando com os resultados apresentados por Villar et al. 2008. A Tabela 2 apresenta a distribuição percentual e acumulada da densidade do comprimento de raízes ao longo do perfil do solo. Verificou-se maior concentração radicular em todos os tratamentos até 0,3 m, com mais de 50% das raízes, conforme apresentado nas Figuras 1 e 2, e, que a profundidade efetiva do sistema radicular encontrou-se de 0,5 a 0,6 m de profundidade em todos os tratamentos. De acordo com a Tabela 1 notou-se que houve diminuição do pH do solo e da saturação por bases, a valores não adequados à

laranjeira a partir de 0,2m de profundidade, tal fato pode ter influenciado na redução da densidade de raízes ( Quaggio et al. 2005, Raj et al 1996).

## CONCLUSÕES:

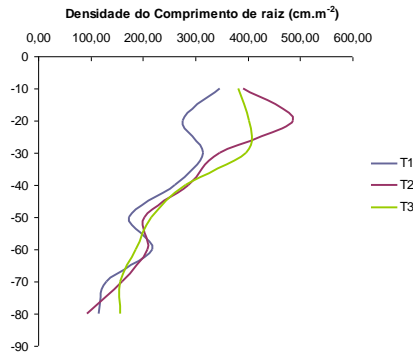
De acordo com os resultados obtidos e as condições em que se desenvolveu o presente experimento concluiu-se que a profundidade efetiva das raízes da laranja Natal em citrumelo Swingle foi de 0,5 a 0,6 m e que a maior concentração de raízes foi verificada a 0,10 a 0,20 m de distância do gotejador em todos os tratamentos.

## Referências Bibliográficas:

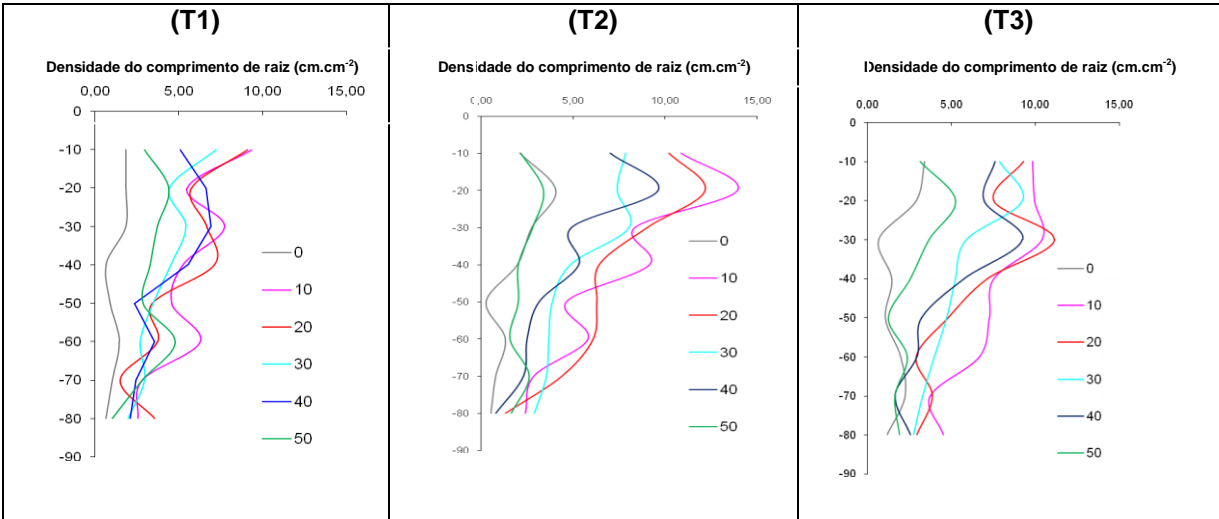
- Abreu, F. L. G.; Salviano, A. A. C. **Sistema radicular de três porta-enxertos para lima ácida'tahiti' no estado do Piauí**. Semina: Ciencias Agrárias. 2007. 28(2) p. 187-194.
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. **Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO. 1998. 300p. (Irrigation and Drainage, paper 56).
- Gomes, E. M. **Estudo comparativo do sistema radicular de citros sob três tipos de irrigação**. 1996. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UNICAMP, Campinas.
- Marsh, B. Measurement of Length in Random Arrangements of Lines. **The Journal of Applied Ecology**, v. 8, n. 1, p. 265-267, 1971.
- Pio, R. M.; Figueiredo, J. O.; Stuchi, E. S.; Cardoso, S. A. B. Variedades copas. In: MATTOS JUNIOR.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citrus**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. P. 37-60.
- Pires, R.C.M.; Luchiari, D.J.F.; Arruda, F.B.; Mossak, I. Irrigação. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 369-408.
- Pompeu Junior, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 61–104.
- Quaggio, J. A.; Mattos Junior, D.; Cantarella, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p. 483-507.
- Raj, B. Van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Instituto Agrônômico (IAC), Campinas, 1996.
- Ribeiro, R. V.; Machado, E. C.; Brunini, O. Ocorrência de condições ambientais para a indução do florescimento de laranjeiras no estado de São Paulo. Ver. Bras. Frutic. V.28, n.2. 2006. P. 247-253.
- Tennant, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **The Journal of Ecology**, v. 63, n. 3, p. 995-1001, 1975.
- Villar, H.L.; Bodine Junior, D.; Pires, R.C.M.; Sakai, E.; Queiroz, V. A.; Arruda, F.B. Root system distribution in drip irrigated orange trees. In: CIGR International Conference of Agricultural Engineering and Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 37., 2008, Foz do Iguaçu. **Anais**. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2008. (CD-ROM).

**Tabela 1:** Análise química do solo da área de cultivo de laranjeira Natal, em citrumelo Swingle, em Colômbia, SP.

Prof (cm)	g mg <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	mmolc dm <sup>-3</sup>			mg dm <sup>-3</sup>						
	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	V%	
0 - 20	17,33	5,20	31,33	1,43	20,00	11,00	0,92	2,47	23,00	9,93	5,63	60,67	
20 - 40	14,00	4,77	10,00	0,83	11,67	7,00	0,57	1,10	22,00	5,93	1,07	47,00	
40 - 60	12,67	4,27	4,33	0,60	5,33	3,33	0,39	0,83	18,00	3,70	0,43	25,33	



**FIGURA 1:** Densidade do comprimento de raiz ( $\text{cm cm}^{-2}$ ) no perfil do solo das plantas de laranjeira Natal em citrumelo Swingle submetidas a aplicação da lâmina ideal de irrigação (T1), de 60% da lâmina ideal (T2) e de 20% da lâmina ideal (T3), em Colômbia, SP.



**FIGURA 2:** Densidade do comprimento de raiz ( $\text{cm cm}^{-2}$ ) em diferentes distâncias em relação ao gotejador em laranjeiras submetidas a aplicação da lâmina ideal de irrigação (T1), de 60% da lâmina ideal (T2) e de 20% da lâmina ideal (T3), em Colômbia, SP.

**TABELA 2:** Distribuição percentual e acumulada da densidade do comprimento de raízes da laranjeira Natal em citrumelo Swingle submetidas a aplicação da lâmina ideal de irrigação (T1), de 60% da lâmina ideal (T2) e de 20% da lâmina ideal (T3), em Colômbia, SP.

Profundidade (cm)	Porcentagem de raízes (%)			Porcentagem acumulada de raízes(%)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
0 – 10	18,88	18,00	17,51	18,88	18,00	17,51
10 – 20	15,06	22,33	18,50	33,94	40,33	36,01
20 – 30	17,13	15,89	18,14	51,07	56,21	54,15
30 – 40	14,20	13,21	12,97	65,27	69,43	67,12
40 – 50	9,49	9,33	9,93	74,77	78,75	77,05
50 – 60	11,85	9,57	8,54	86,62	88,32	85,59
60 – 70	7,10	7,40	7,19	93,72	95,73	92,78
70 – 80	6,28	4,27	7,22	100,00	100,00	100,00